

"Made available under NASA sponsorship  
in the interest of early and wide dis-  
semination of Earth Resources Survey  
Program information and without liability  
for any use made thereof."

# PROGRAMA DEL SATELITE TECNOLOGICO DE RECURSOS NATURALES ERTS - A BOLIVIA

(E73-10614) APPLICATION OF ERTS IMAGERY  
TO GEOLOGICAL MAPPING (Servicio Geologico  
de Bolivia, La Paz.) 48 p HC \$3.00

N73-24375

26

CSCI 08G

Unclas

G3/13 00614

APLICACION DE IMAGENES  
ERTS AL MAPEO GEOLOGICO

Original photography may be purchased from:  
EROS Data Center  
10th and Dakota Avenue  
Sioux Falls, SD 57198

Original photography may be purchased from:  
EROS Data Center  
10th and Dakota Avenue  
Sioux Falls, SD 57198

SERVICIO GEOLOGICO DE BOLIVIA  
CASILLA 2729 — LA PAZ - BOLIVIA

PROGRAMA DEL SATELITE TECNOLOGICO DE RECURSOS NATURALES  
ERTS-A-BOLIVIA.

"APLICACION DE IMAGENES ERTS AL MAPEO GEOLOGICO"  
1973.

Ings. Alvaro Fernández C.  
Oscar Aranibar R.  
Raúl Ballón A.

Tabla N° 1

**COMPARACION EN INTERPRETABILIDAD ENTRE LA IMAGEN RBV 3 Y FOTOMOSAICOS  
ZONA TARIJA TUPIZA**

PARAMETRO	IMAGEN RBV 3	FOTOMOSAICOS	OBSERVACIONES
RED GENERAL DRENAJE	+++	++	+++ Excelente ++ Bueno + Regular
ENERGIA DE RELIEVE	++	+	
MASAS DE AGUA	++	++	
FALLAS	+++	+	El RBV muestra excelentes lineamientos
CONTACTOS LITOLOGICOS y/o FORMACIONALES	+	++	Grandes sistemas pueden identificarse en el RBV
PLIEGUES	+	++	

COMPARACION EN INTERPRETABILIDAD EN IMAGENES MULTIESPECTRALES BLANCO  
Y NEGRO EN DIFERENTES BANDAS

Tabla N° 2

(A) ZONA: VOLCANES CERKE - PAYACHATAS - SAJAMA

PARAMETRO	IMAGEN MSS 4	IMAGEN MSS 5	IMAGEN MSS 6	IMAGEN MSS 7	OBSERVACIONES
RED GRAL DE DRENAJE	+	+	+	++	+++ Excelente -++ Bueno + Regular
ENERGIA DE RELIEVE	++	+++	++	+++	
MASAS DE AGUAS	+	++	++	+++	
RED DE FRACTURAS	+	++	+	+++	
FALLAS LINEAMIENTOS	+	++	++	+++	
APARATOS VOLCANICOS	++	+++	+++	+++	
CRATERES	+	++	+	++	
CONOS SECUNDARIOS	+	+	++	+++	

Tabla N° 3

**(B) ZONA SALAR DE COIPASA**

PARAMETROS	IMAGEN MSS 4	IMAGEN MSS 5	IMAGEN MSS 6	IMAGEN MSS 7
RED GRAL. DE DRENAJE		+	++	+++
ENERGIA DE RELIEVE		++	+++	+++
MASAS DE AGUA		+	++	+++
FALLAS LINEAMIENTOS		++	+++	+++
APARATOS VOLCANICOS		+++	+++	+++
CRATERES		++	++	+++
CONOS SECUNDARIOS		++	++	+++
SALARES		++	++	+++

(1)

## APLICACION DE IMAGENES ERTS AL MAPEO GEOLOGICO

Por los Ings. A. Fernández  
O. Aranibar  
R. Ballón.

### 1.0.- INTRODUCCION

La presente investigación pretende demostrar la interpretabilidad y aplicabilidad de las imágenes del satélite de Recursos Terrestres ERTS-1, al mapeo y problemas geológicos concomitantes.

El estudio e interpretación de las mismas, ha permitido establecer una metodología de trabajo, definir las ventajas y desventajas del sistema y sobre todo elegir las bandas apropiadas para su utilización en los diferentes campos de la geología y objetivos específicos.

### 2.0.- MATERIAL UTILIZADO

#### 2.1.- MATERIAL DE INTERPRETACION

2.1.1.- Imagen de televisión (RBV) banda 3; positivo, papel liviano, brillante tamaño 9 x 9", escala 1:1.000.000, área del Sud de Bolivia, desde Culpina y Río Camblaya al norte hasta Villazón y Bermejo al sud; Tupiza-Talina al oeste hasta Entre Rios por el este.  
Número de Código de la imagen: E-1007-13472-3-01

2.1.2.- Imagen multiespectral, (MSS-4-5-6-7), blanco y negro, positivo, papel liviano, mate, tamaño 9 x 9" escala 1:1.000.000, zona de los volcanes Cerque y Payachatas.  
Número de Código:

E - 1065 - 14091 - 4 - 01

E - 1065 - 14091 - 5 - 01

E - 1065 - 14091 - 6 - 01

E - 1065 - 14091 - 7 - 01

2.1.3.- Imagen multiespectral (MSS-5-6-7) blanco y negro, positivo, papel liviano, mate tamaño 9 x 9", escala 1:1.000.000, zona Salar Coipasa:  
Número de Código:

E - 1010 - 14035 - 5 - 01

E - 1010 - 14035 - 6 - 01

E - 1010 - 14035 - 7 - 01

2.1.4.- Imagen multiespectral (MSS-6-7) blanco y negro, positivos, papel liviano, mate, tamaño 9 x 9", escala 1:1.000.000 zona occidental del Salar de Uyuni.

Número de Código:

E - 1010 - 14042 - 6 - 01

E - 1010 - 14042 - 7 - 01

## 2.2.- MATERIAL DE COMPARACION

Fotomosaicos, escala 1:275.000 No. 9-10-12-13 Proyecto DOC-IOP Area II.  
Mapas geológicos de GEOBOL, No. 6530-6529-6528-6628-6629 escala 1:50.000  
Mapas geológicos de GEOBOL, escala 1:500.000, Sajama, Corocoro, Charaña, Salar de Garci Mendoza, Colcha K.  
Mapa tectónico ORSTOM-GEOBOL, escala 1:5.000.000.

## 3.0.- METODO DE TRABAJO:

Se han seguido las siguientes fases de trabajo:

Mosaicado de las imágenes a fin de obtener un cuadro regional que permita la ubicación y delimitación de grandes rasgos geológicos.

Interpretación monoscópica de las imágenes.

Extracción de datos en diferentes bandas.

Selección de bandas para cada objetivo.

Compilación de datos en OVERLAYS.

Comparación y evaluación de la información obtenida, en las cuatro bandas con: mapas, fotomosaicos y fotografías convencionales.

Conclusiones.

## 4.0.- RESULTADOS

### 4.1.- Imagen RBV - E - 1007 - 13472 - 3 - 01

De la interpretación de la imagen y comparación con los fotomosaicos se ha podido arribar a los siguientes resultados: (Fig. No. 1).

La red de drenaje de la imagen RBV, muestra un mayor detalle que la información en fotomosaicos y mapas, aún teniendo en cuenta la diferencia de escala. Por otra parte las cuencas al ser cubiertas en su totalidad por la imagen, proporcionan mayor información que los mosaicos o mapas que tan solo ofrecen datos fragmentarios y/o parciales.

La geomorfología es mejor interpretada en las imágenes del satélite ERTS, no solo por que incluyen paisajes regionales, sino por que la definición de los rasgos morfológicos es de excelente calidad.

Ejemplos:

Las peneplanicies de Copacabana, Tacsara, Yunchará, Palqui, Curqui o el umbral entre el bloque andino y subandino. (Fig. 2).

Contactos litológicos y formacionales muestran diferente comportamiento. Por una parte la definición de imagen de diferentes tipos de rocas y formaciones estratigráficas es superior a la de fotomosaicos (Fig. 3).

Sin embargo por otra parte la escala limita la precisión en delimitar formaciones de reducido espesor.

Plegamientos de gran magnitud como el sinclinal de Camargo o el anticlinal de Impora son fácilmente indentificables. Estructuras menores son de difícil delimitación (Fig. 4).

Fallas, lineamientos y diaclasas de gran desarrollo, muestran excelente definición y la mayor parte de las fracturas antiguas no visibles en fotografías aéreas, fotomosaicos y de difícil identificación en el campo, se presentan como lineamientos regionales claramente definidos. (Fig 5).

Estos datos han sido estudiados estadísticamente y se presentan en la siguiente tabla:

	Imagen RBV-3 esc. 1:1.000.000	Fotomosaicos
Lineamientos	103	32
Lineamientos N-S	23	12
Lineamientos E-W	80	20

De las mismas es posible concluir en lo siguiente:

Las imágenes del satélite dan mayor posibilidad de identificar lineamientos probablemente conectado a fallas. En la imagen la relación es 4:1. Lineamientos N-S considerados como los más comunes en el bloque andino son identificados en ambos sistemas con una relación 2-1.

Lineamientos E-W considerados más raros que los anteriores, muestran una gran densidad en las imágenes ERTS, tanto en zonas cubiertas como en el bloque paleozoico, pudiendo reflejar un control de basamento hasta ahora no detectado. Su relación es 4 a 1.

La Tabla No. 1 resume todos estos resultados.



#### 4.2.- IMAGENES MULTIESPECTRALES

Se realizó una comparación cualitativa de la interpretabilidad que muestran las imágenes multiespectrales (MSS) en cuatro bandas: MSS 4 - MSS 5 - MSS 6 - MSS 7, proporcionadas por el satélite ERTS-1 de dos zonas específicas:

- Zona fronteriza con Chile y Perú comprendida entre Charaña, confluencia de los ríos Mauri y Desaguadero y parte de la Serranía de Huaylla marca.
- Zona fronteriza con Chile ubicada al Oeste de los salares de Uyuni y Coipasa.

OBSERVACIONES DE LA COMPARACION (Ver tablas 2-3).

#### OBSERVACIONES GENERALES

Es una evidencia que el registro de imagen varía en las cuatro bandas MSS 4 - MSS 5 - MSS 6 - MSS 7, influyendo en su textura y tono, por lo tanto en la resolución de cada una de ellas.

La red de drenaje que se puede observar en estas imágenes no es completa dada la escala 1:1.000.000.

Únicamente se observan los grandes cauces, grandes lagos y lagunas menores en las bandas 6 y 7. En la banda 4-5 muchos cauces se pierden, consiguientemente se pierde información. (Fig. 6).

La nitidez de los bordes de las superficies especulares (lagos, lagunas, zonas de humedad e inundación), disminuye de acuerdo al tipo de banda con que se interpreta. Siendo muy notorio que la banda 7 presenta mayor nitidez en la red de drenaje general. (Fig. 7).

Las imágenes multiespectrales en sus cuatro bandas dan muy buena información en lo que concierne a la fisiografía y geomorfología.

La banda 7 es la que en nitidez puede considerarse como la más óptima. Sin embargo debe trabajarse comparando cualquier apreciación particular en las demás bandas

La presencia de serranías de relieve persistente, elevaciones aisladas, cráteres, planicies, mesetas volcánicas y grandes salares pueden ser perfectamente identificables en las 4 bandas. (Fig. 8).

### OBSERVACIONES GEOLOGICAS

Fallas regionales reflejadas en lineamientos y en general grandes fisuras de derrame volcánico se notan en las imágenes multiespectrales en las cuatro bandas indistintamente, con mayor resolución en las bandas 6-7. (Fig 9-10) Alineamientos de conos volcánicos que representan zonas de debilidad, - por donde ha extruído material volcánico se pueden notar muy claramente, en las 4 bandas.

En las imágenes MSS en las cuatro bandas comparadas, puede notarse muy bien el aparato volcánico, el cráter, los conos parasitos y los estrato volcanes. (Fig. 8).

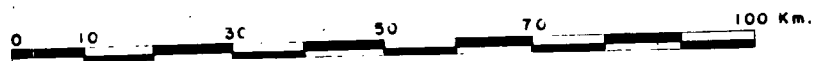
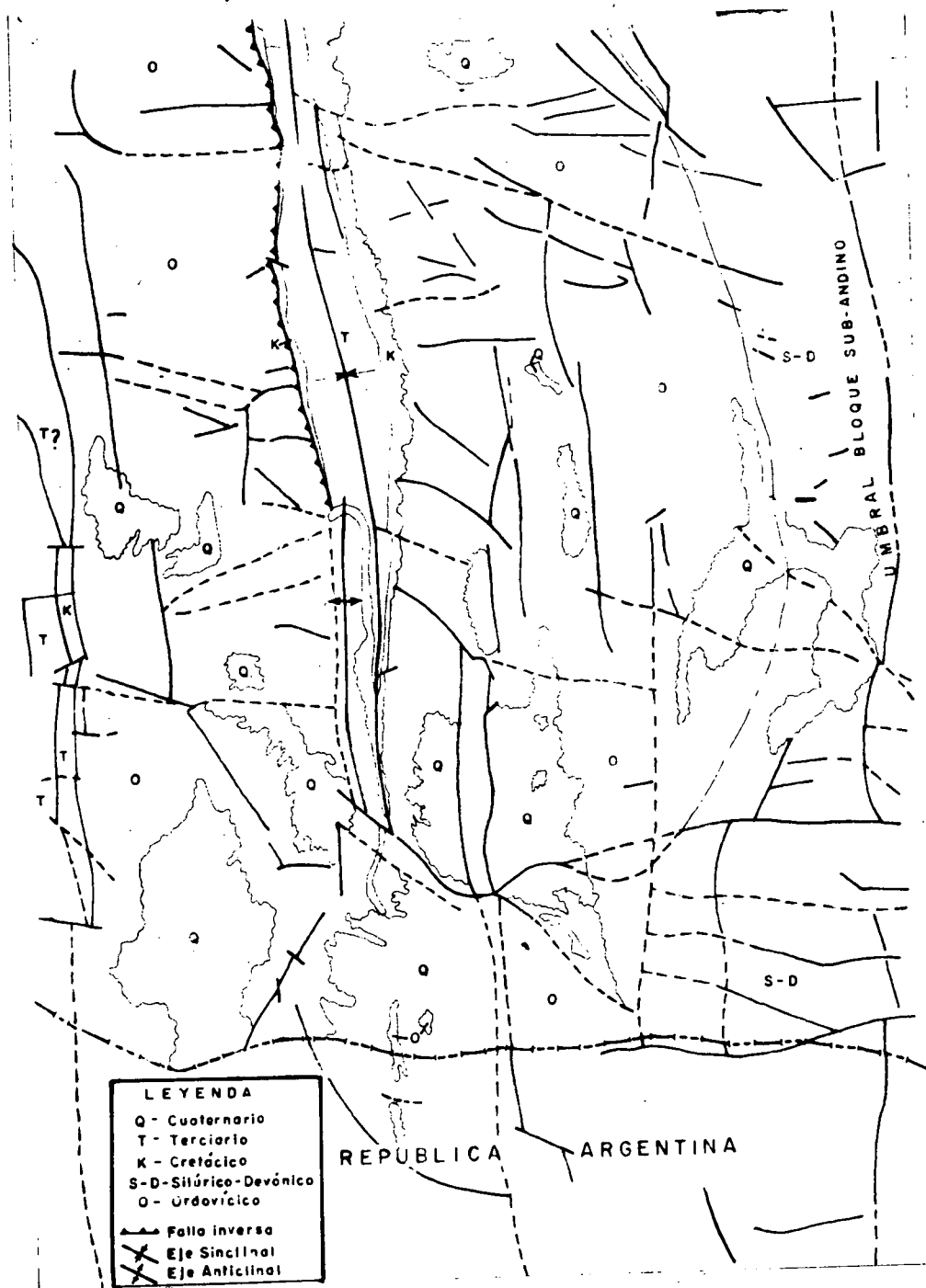
Unidades volcánicas regionales (Form. Mauri) son factibles de diferenciar. La diferenciación litológica menor, en las imágenes MSS en sus 4 bandas no dan resultados positivos por lo menos para las 2 zonas de la presente experiencia.

El complejo sedimentario en las bandas 7 y 6 es factible separarlo del complejo volcánico general. Todo esto está en función del tamaño de los afloramientos en los registros fotográficos.

Por lo anteriormente anotado debemos concluir que las imágenes del satélite ERTS, en sus dos sistemas constituyen un aporte positivo, como instrumentos de mapeo. Sin embargo debe entenderse en definitiva, que no es solución total al mapeo sino un instrumento de valor que coadyuva a este fin.

ooo O ooo

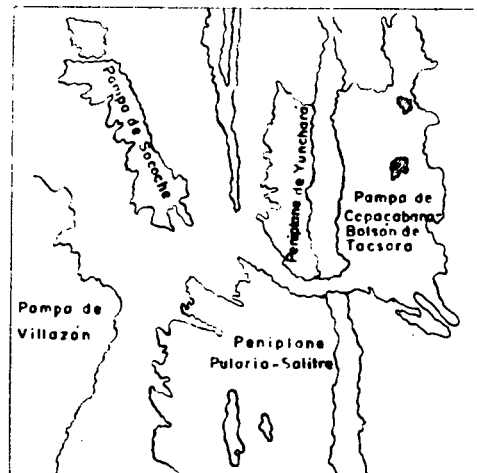
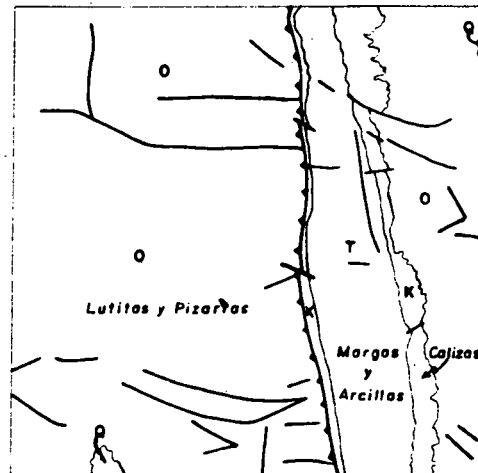
jdp.



7

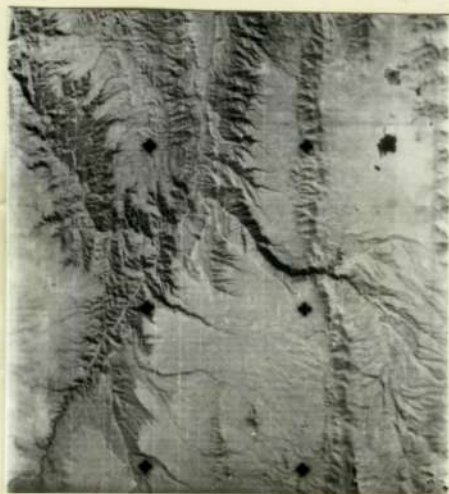


Fig. 3-2



En la imagen superior la interpretación permite delimitar tipos litológicos con bastante exactitud.

La imagen inferior muestra las peniplanicies de sur de Bolivia que permiten en conjunto conclusiones acerca de la geomorfología y tectónica del área.



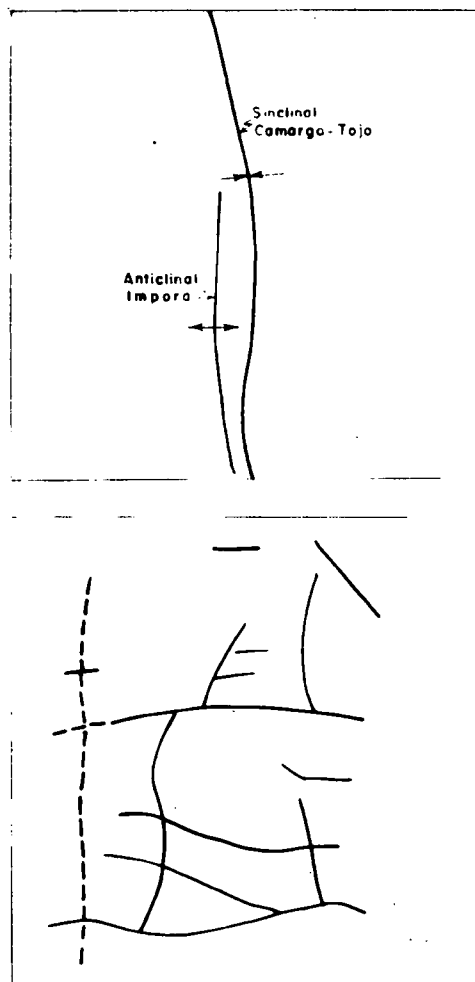


10



//

Fig. 4-5

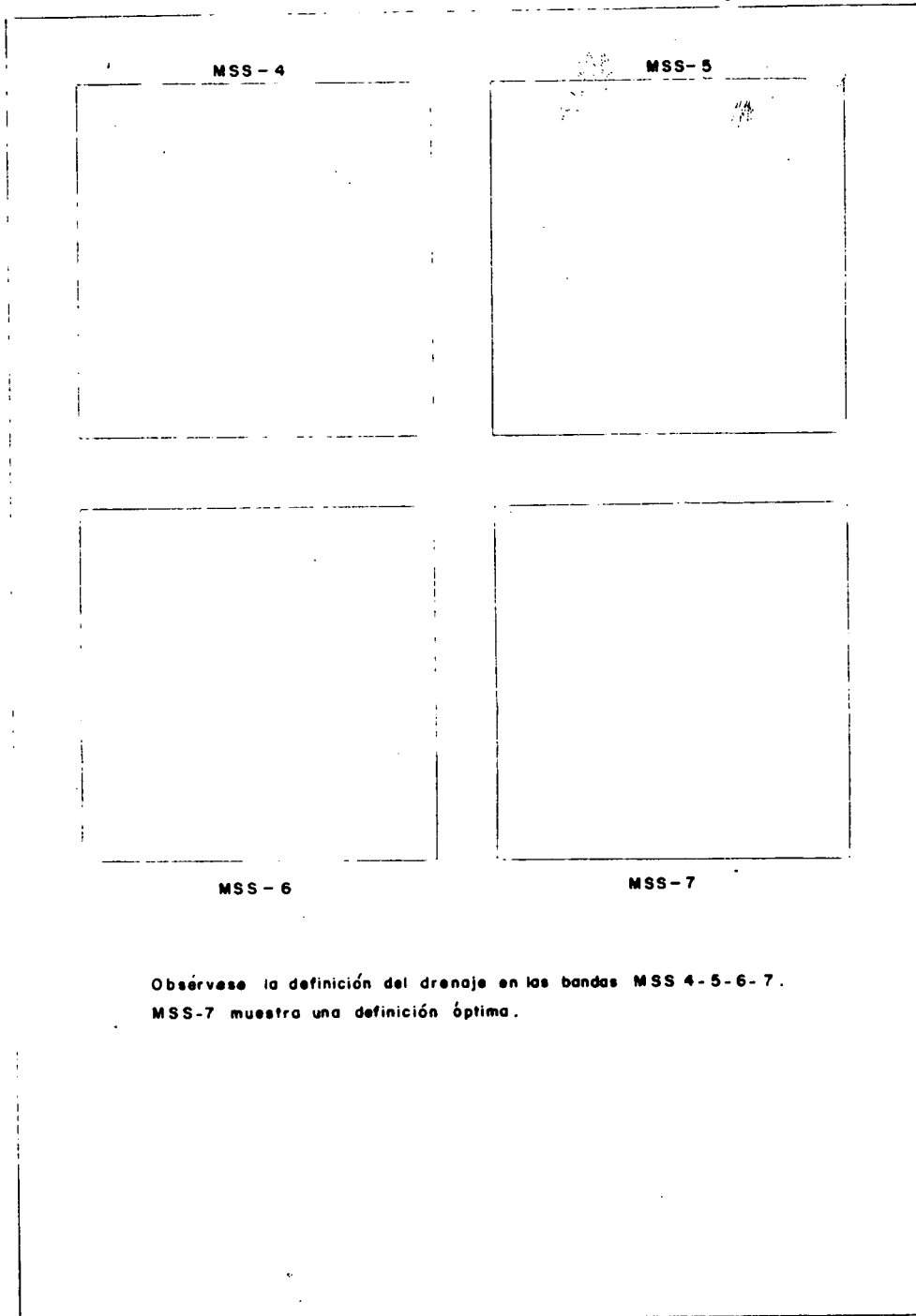


En la imagen 4 ha sido posible identificar dos grandes estructuras.  
Sin embargo, pliegues de pequeña magnitud no se observan.  
En la imagen 5 se muestra una interpretación de lineamientos  
claramente identificados.





Fig. 6

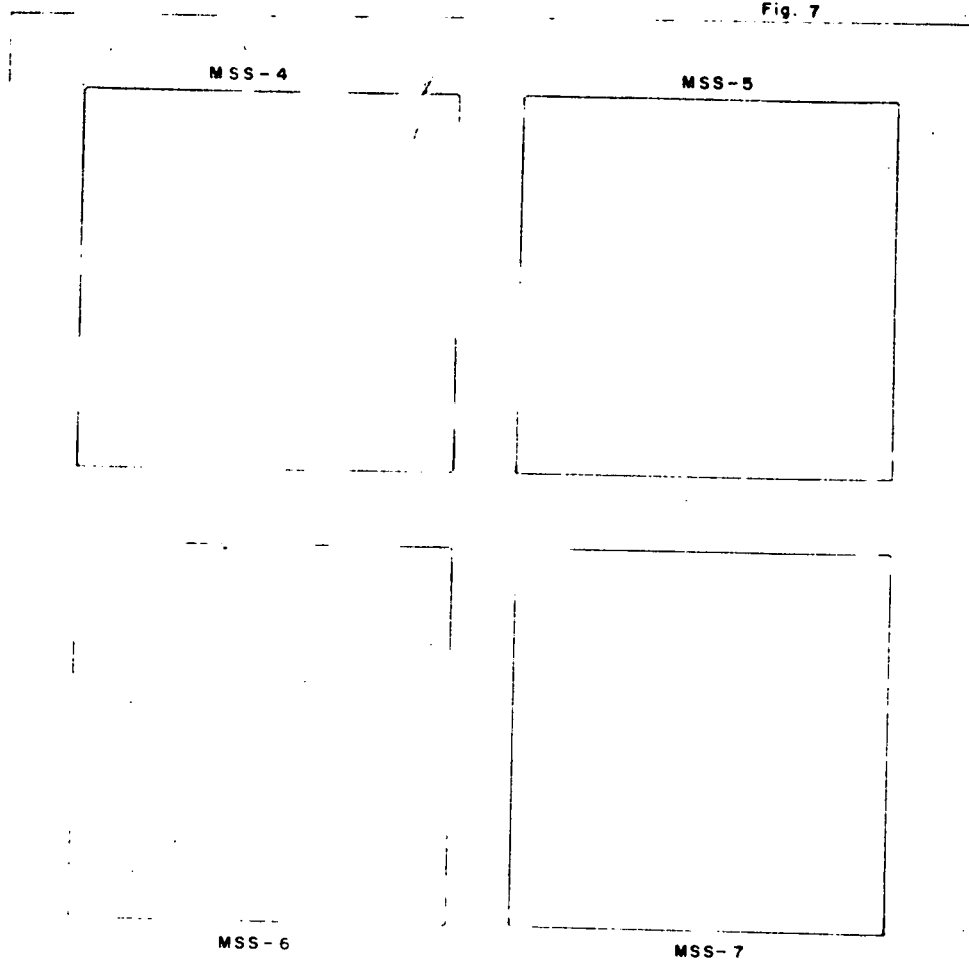


Obsérvese la definición del drenaje en las bandas MSS 4-5-6-7.  
MSS-7 muestra una definición óptima.

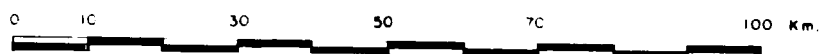




Fig. 7



Zonas de humedad y cuerpos de agua, muestran mejor definición en  
MSS 7 6 con relación a MSS 4-5.



15



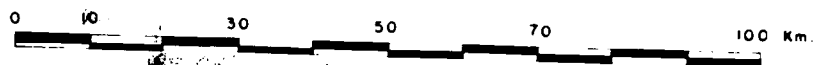
Fig. 8



REFERENCIAS

- Q? - Cuaternario?
- Qs - Salares
- Qev - Estrat. Volcanes

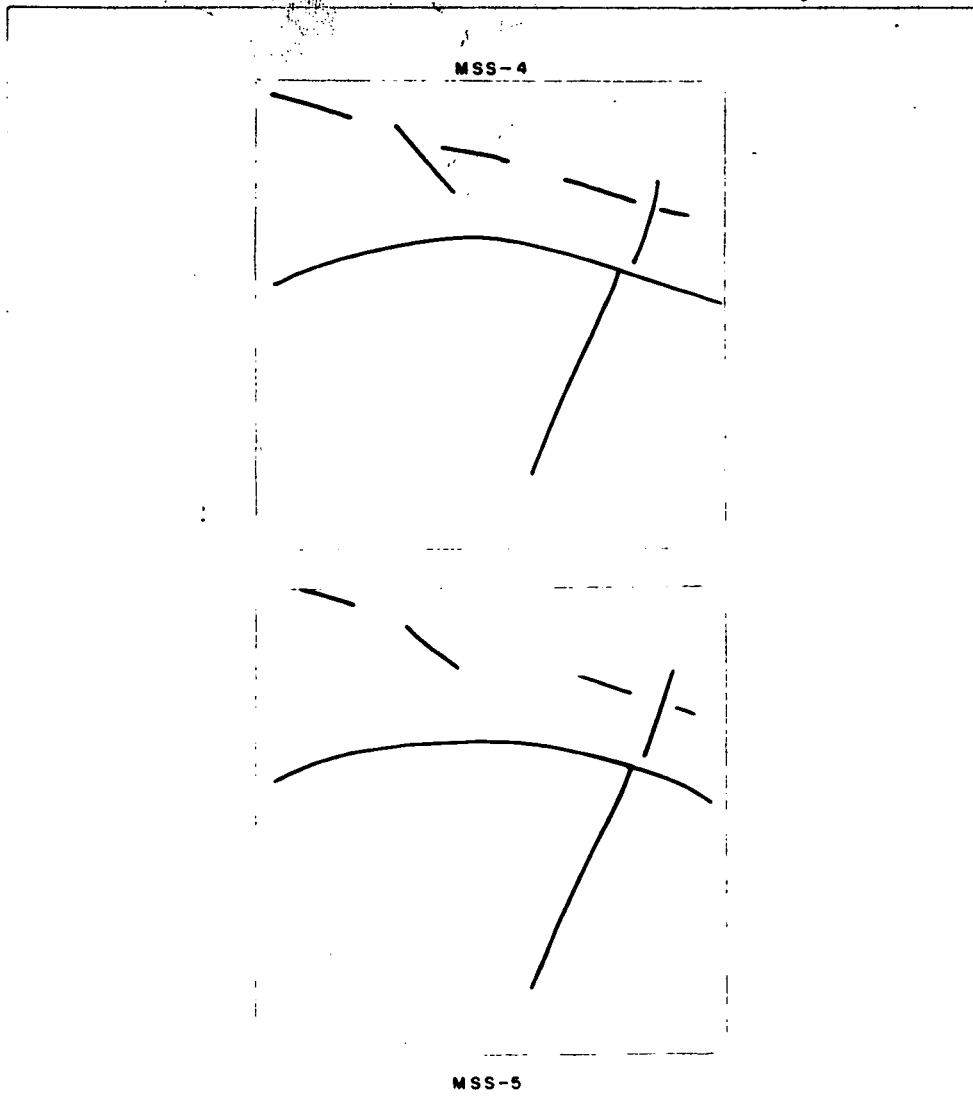
— Alineamiento de Conos Volcánicos



17



Fig. 9



Existentes Lineamientos conectados a  
fisuras en rocas volcánicas, en las 4 bandas del  
sistema MSS.

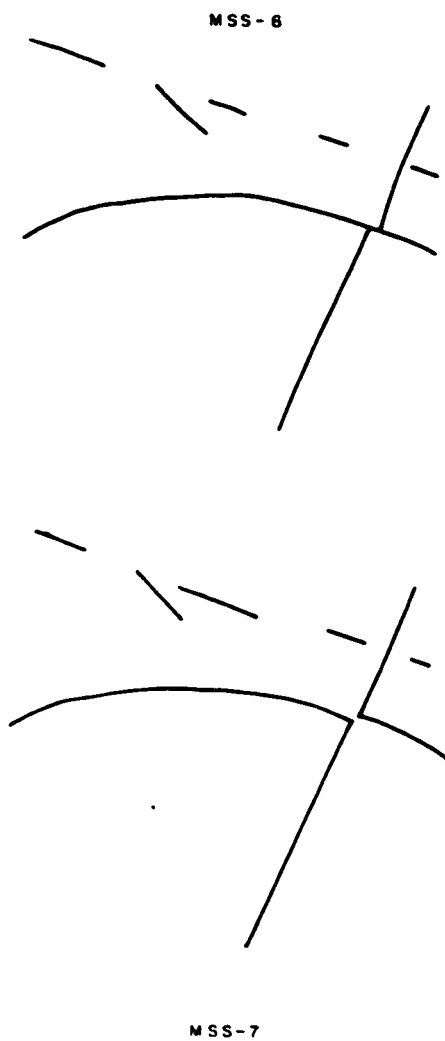




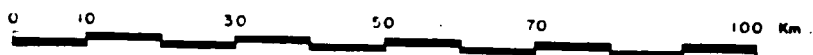




Fig. 10



Existen lineamientos conectados a  
fisuras en rocas volcánicas, en las 4 bandas del  
sistema MSS.



21

